

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ С ПОМОЩЬЮ ГАЗОСЕЛЕКТИВНОГО МЕМБРАННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ТРЕКОВОЙ МЕМБРАНЫ

М.А. Козловский, Д.А. Скуридина, В.А. Костюк
Научный руководитель: профессор, д.т.н., В.С. Колодязная
Национальный исследовательский институт ИТМО,
Россия, г. Санкт-Петербург, пр. Кронверкский, 49 197101
E-mail: mialkoz@gmail.com

К настоящему времени в удовлетворительной степени не решена проблема длительного хранения плодоовощной продукции. Современной тенденцией хранения плодоовощей является отказ от хранения продовольствия в больших помещениях с регулируемой газовой средой в пользу его хранения в контейнерах, снабжённых индивидуальными устройствами формирования оптимальной газовой среды хранения.

В решении проблемы длительного хранения плодово-ягодной продукции с минимальными потерями от инфекционных и физиологических заболеваний, определяющее значение имеет поддержание определённой температуры и газового состава, отличающегося пониженным содержанием кислорода и повышенным диоксида углерода. В настоящее время, ни один из предложенных в литературе материалов не нашёл себе применение в реальной технологии. Для реализации технологии, описываемой в научно-технической идее, которую можно будет использовать для хранения, например, винограда, предлагается использовать газоселективную мембрану на основе трековых мембран.

Одной из важнейших характеристик газоразделительных мембран является скорость массопереноса. Скорость массопереноса характеризуется коэффициентом диффузии или проницаемостью. Для получения мембран высокой проницаемости необходимо, чтобы толщина покровной полимерной плёнки была минимальна. Конструктивно задача формирования композиционной мембраны решается нанесением тонкого слоя полимера на пористую подложку. В настоящем проекте в качестве пористой подложки была выбрана трековая мембрана, полученная путём облучения и физико-химической обработки облучённой ускоренными до энергии 53,4 МэВ ионами аргона плёнки полиэтилентерефталата толщиной 20 мкм [1]. Композиционная мембрана должна использоваться в области хранения продовольствия и её компоненты должны соответствовать санитарным нормам пищевой промышленности. Трековая мембрана в полной мере отвечает этим требованиям. Также выбор подложки обусловлен ещё и тем, что:

- ПЭТФ является продуктом массового производства и представляет собой дешёвое и доступное сырьё для изготовления пористой подложки;
- Имеется хорошо отработанная технология получения трековых мембран;
- Выбранный газоселективный кремнийорганический полимер обладает хорошей адгезией к поверхности ПЭТФ, что позволяет наносить селективный слой в виде раствора непосредственно на поверхность ТМ, не используя никаких дополнительных связующих компонентов. При этом адгезия данного полимера к ТМ оказывается выше чем, при использовании в качестве подложки фторопласта;
- ПЭТФ, в отличие от фторопласта, не обладает хладотекучестью под давлением, что делает его значительно более технологичным материалом - изделия из него не изменяют форму с течением времени при значительных постоянно действующих нагрузках [2].

После нанесения полимера на подложку были измерены характеристики получившегося мембранного материала (таблица 1).

Таблица 1. Параметры мембранного материала

Проницаемость по газам, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{МПа}$				Селективность		
воздух	O ₂	N ₂	CO ₂	O ₂ /воздух	CO ₂ /O ₂	O ₂ /N ₂
1160	2000	1000	10300	1,7	5,15	2,0

Полученный материал вмонтировали в промышленно-выпускаемые контейнеры.

Были подготовлены крышки с мембранными вставками площадями, соответствующими расчётным В1 и В2. После охлаждения винограда его поместили в контейнеры с мембранными вставками, в результате чего в контейнерах сформировался следующий газовый состав: В1: $C_{O_2} = 4,0\%$, $C_{CO_2} = 5,6\%$; В2: $C_{O_2} = 3,6\%$, $C_{CO_2} = 6,9\%$. Хранение проводилось при $t = (3 \pm 1)^\circ C$ и $\varphi = 90-95\%$.



Рис. 1. Образец контейнера

В лаборатории НИУ ИТМО проводились испытания изготовленных контейнеров. Для проведения испытаний использовался виноград нескольких сортов «Тайфи розовый» и «Кишмиш чёрный». Виноград охладили и поместили в контейнеры с мембранными вставками с площадями, которые были рассчитаны для известных интенсивностей дыхания указанных сортов винограда.

Эксперимент показал, что создаваемая мембранным материалом газовая среда с пониженным содержанием кислорода и повышенным диоксида углерода в технологии хранения томатов сорта «Кунеро», а также винограда сортов «Кишмиш чёрный» и «Тайфи розовый», позволяет снизить потери, максимально сохранить качество и пищевую ценность, а также увеличить продолжительность их хранения в полтора раза [3-5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудояров М.Ф., Козловский М.А., Патрова М.Я., Потокин И.Л., Анкудинов А.В Трековые мембраны на основе плёнки из полиэтилентерефталата толщиной 20 мкм, полученные на пучке ионов аргона с пробегом меньше толщины пленки // Письма ЖТФ. - 2016. - Т.42. - №13. - С. 87-95.
2. Возняковский, А.П., Кудояров, М.Ф., Патрова, М.Я. Модификация поверхности трековой мембраны ультратонкими плёнками полисилоксановых блоксополимеров // Письма ЖТФ. – 2007. - Т. 33. - №16. - С. 86-94.
3. Колодязная В.С., Коидов Ш.М. Кинетика реакций окисления субстратов дыхания столовых сортов винограда при холодильном хранении с применением трековых мембран // Вестник МАХ, Технология продовольственных продуктов. – 2015. - № 1. - С. 29,
4. Колодязная В.С., Коидов Ш.М. Фитопатологические заболевания столовых сортов винограда при холодильном хранении с применением трековых мембран // Материалы шестой Международной НТК «Низкотемпературные и пищевые технологии XXI века». — Санкт-Петербург, 2013, - С. 413–414.
5. Коидов Ш.М. Разработка технологии холодильного хранения столовых сортов винограда с применением трековых мембран // диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук, Санкт-Петербург, 2016.